

# 溫室的故事

馮丁樹  
台大生物產業機電學系教授

## 溫室在農村形成另一個世界



## 農業技術的演變

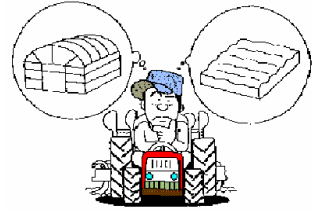
傳統露地栽培  
永遠靠天吃飯



工作環境差  
年輕人外流

## 設施栽培或露地栽培？

設施栽培好？ 露地栽培好？



## 寒冷地或不毛地之農業

不受外界干擾

不要廣大土地



能源使用節約



不毛地  
農業區



快成長



品質佳

## 高品質與工作環境

單位  
生產力高



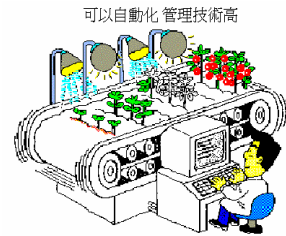
沒有太陽晒 工作環境好



## 無農藥 零污染



## 可以自動化



## 設施農業之興起

- Greenhouse之由來
- 保護下成長的農業(Protected culture)
- 設施農業(Culture under cover)

## 溫室的定義

- 利用透光的覆蓋材料
- 具有屋頂與四周牆的結構
- 人可在內部作業

## 溫室是植物的被窩

- 由於植物需要陽光，但不願受到其他外在因素干擾，因此溫室將是植物最溫暖的家。這裡除了陽光外，尚需要適當水分之澆灌。



## 植物可以像工廠一樣生產嗎？

- 植物工廠是：凡是在一個固定的場所中，輸入之原料諸如種子、苗、水分、肥料以及光合作用所需之光能、二氧化碳等，在一個運作的環境下，設法讓它啟動，經過適當的時間，在這種人為的環境之下，生產出如番茄、黃瓜、香瓜等的成品，就是植物工廠。簡言之，「植物工廠就是在一定生產管理下，一個全年無休的植物生產系統」。

## ● ● ● 植物工廠有什麼好處?

- 可以加倍利用有限的土地面積
- 隨時隨處可以有農業
- 可以控制品質及產期
- 可以使農業作業環境更為舒適
- 可以供應新鮮乾淨的植物
- 可減少連作上的障礙

## ● ● ● 何種植物可用植物工廠栽培?

- 各種蔬菜
- 花卉
- 水果
- 藥用植物
- 菇類

## ● ● ● 溫室可以做些什麼?

- 花之鄉
- 苗之圃
- 菜之園
- 芽之屋

## ● ● ● 我們需要那一種溫室?

- 需要大量通風
- 須能防雨
- 須能防風
- 具有降溫與遮蔭之能力
- 須有適當的加溫能力
- 具防蟲及防菌功能

## ● ● ● 花之溫柔鄉



## ● ● ● 種苗之老圃



甘藍菜之樂園



豆芽芽之小屋



遍地豌豆小芽黃又綠



溫室有那幾種?

- 覆蓋
- 網室
- 簡易型溫室
- 精密溫室

精密溫室學問多



箱式、隧道型簡易溫室最實在



## ● ● ● 塑膠溫室結構簡單只怕風雨來



## ● ● ● 網室防蟲好處多



## ● ● ● 透明材料的選擇

- 玻璃
- 塑膠布
- 玻璃纖維板

## ● ● ● 玻璃溫室之優點

- 1. 透光性良好，可收集更多的太陽熱能
- 2. 使用壽命長較長
- 3. 骨架堅固，容易加裝控制系統
- 4. 無環境污染問題

## ● ● ● 塑膠布之優點

- 容易裝卸，所費人工較少。
- 成本較低，容易維護。
- 可製成任意型狀及長度，適應各種規格及用途。
- 結構較為簡單。
- 本身具有彈性，抗風性較強。
- 可採用雙層結構，保溫性較佳。

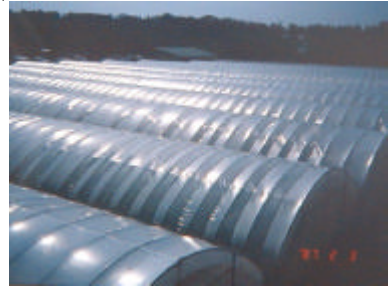
## ● ● ● 塑膠布使用上之缺點

- 不能耐久，每兩至三年必須加以更換一次。
- 容易沾塵，需常加清洗。
- 不容易作成天窗形式，必須由側面通風，或需佐以風扇通風。
- 更換後之塑膠廢料處理容易造成環境污染的問題。

## 使用PVC之缺點

- PVC布之廢棄物污染甚為嚴重，燃燒時容易造成空氣污染。
- PVC之寬度固定，無法作大面積之應用。
- PVC布容易沾油塵，而且不易洗滌。
- PVC布容易長青苔，減少其透明度。

## 簡易PE塑膠布溫室



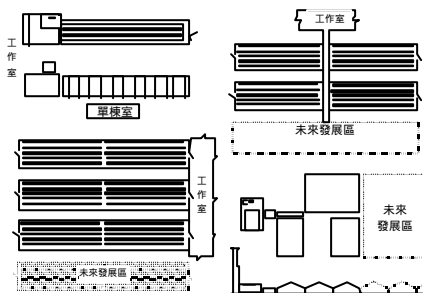
## 溫室覆蓋材料之性能

覆蓋材料	透光率新材料, %	用舊以後	單價美元 /呎2	節省能源比率, %
玻璃	88	30-40年後透光率降低很少	0.50	0
壓克力 (PA), 16mm厚	86	10-20年後透光率低	1.60-1.65	46
聚碳酸酯板 (PC)	80	5-10年變色	1.30-1.45	40
雙層 PE布	低於玻璃及PC	-----	0.15	節省 1/3 能源
FRP	-----	8-10年後透光率很差	52	-----

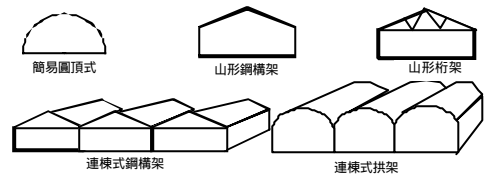
## 怎樣建造溫室?

- 座落地點
- 溫室結構
- 遮蔭問題
- 通風與換氣
- 溫室要不要加溫?

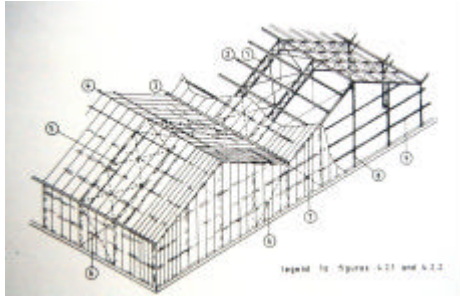
## 溫室之配置



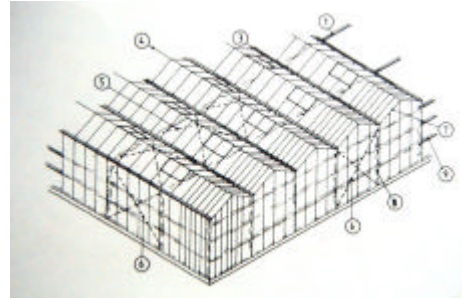
## 溫室結構形狀之分類



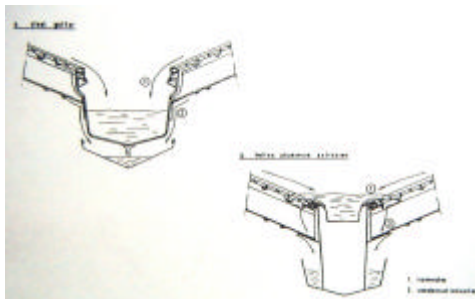
### ●●● 傳統溫室之結構



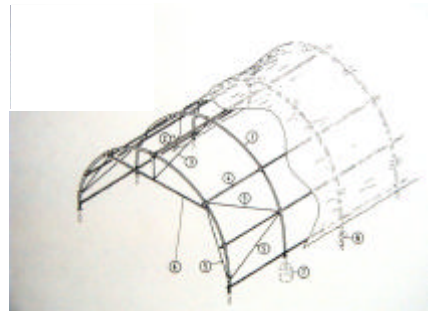
### ●●● 威諾型(Venlo)溫室之結構



### ●●● 集水槽設計



### ●●● 寬度8M簡易溫室之結構



### ●●● 遮蔭問題

- 台灣地屬亞熱帶，容易產生熱累積，故許多溫室必須採用外遮蔭



### ●●● 內部也可遮蔭！



## ●●● 沒穿衣服的遮蔭法



## ●●● 通風與換氣

- 攪拌式通風，將風機設於溫室之正中央，強迫使空氣產生對流作用



## ●●● 換氣

- 機械式強力通風的方式，此側為進氣口



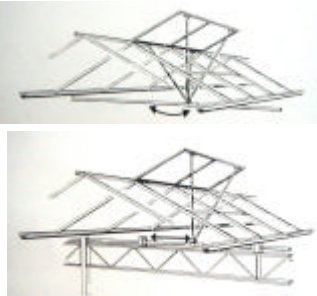
## ●●● 溫室之降溫

- 水牆是中價位的溫室降溫方式



## ●●● 通氣窗之設置

- 搖擺式機構，系統主控桿位於縱樑之間 (上)
- 桁架軌機構，系統主控桿位於桁架之上，可以消除部份陰影 (下)



## ●●● 屋頂通氣窗

- 連續開啟機構，窗戶整面開啟，由齒列連動





## ●●● 太熱了打開透透氣！



## ●●● 可以開天窗的溫室



## ●●● 可以活動的溫室



## ●●● 溫室加溫設備

- 經濟價值較高的花卉，其溫室加熱常採用熱水加溫的方式。
- 採用鍋爐產產100 以上之水蒸汽進行蒸汽加溫則是常用的方法。
- 直接利用燒燒爐，採用間接加熱方式，產生熱空氣。

## ●●● 植物生長的眠床

### ○ 各種植床的空間利用比例

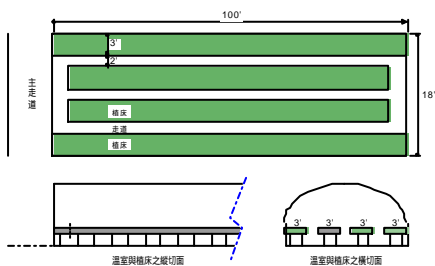
類別	植床型式	英文名稱	空間比
固定式	縱向型固定植床	Longitudinal fixed bench	65%
固定式	非字型固定植床	Peninsular fixed bench	72%
活動式	縱向型移動植床	Longitudinal rolling bench	82%
活動式	非字型移動植床	Peninsular rolling bench	86%
活動式	可運搬式植台	Transportable bench	93%
無床架	地面生長系統	Floor system	90-92%

## ●●● 固定式植床

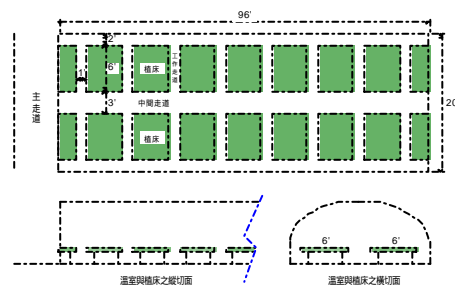
- 固定植床是最簡易的方式，其上可以裝設固定的灑水系統



## 縱向型固定植床

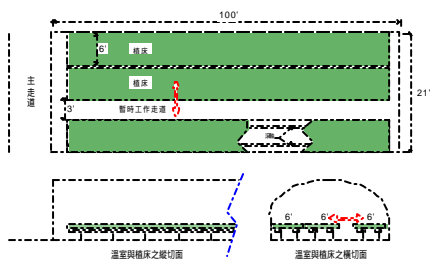


## 非字型固定植床



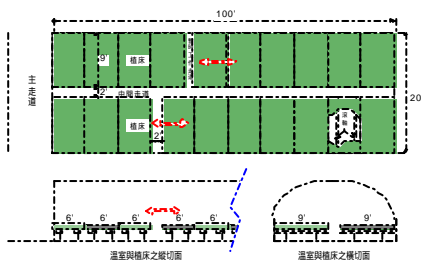
## 活動式植床

### 縱向型移動植床



## 活動式植床

### 非字型移動植床



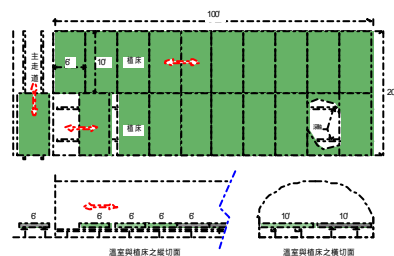
## 活動式植床

- 移動式植床可以節省溫室的走道空間，但構造較為精密



## 可運搬式植台

- 各植台之移動藉由軌道上之滾輪，可直接滑向主走道，再由主走道直接運送到作業室。



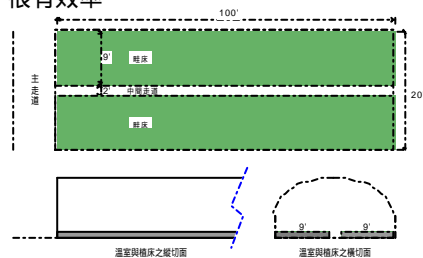
## 可運搬式植台

- 可運搬式植台可以將整個植床移到工作室，處理後再移至溫室內



## 地面生長系統

- 將穴盤直接置於地面，其在空間使用上很有效率



## 地面生長系統

- 地面生長系統直接以溫室地面為置放場所，是最經濟的方式，但易受病害



## 溫室內之搬運設備



●●● 利用植床作搬運



●●● 可以單獨走動的長植床



●●● 完全自動化之作業籃



●●● 苗盤之搬運車



●●● 自動播種機



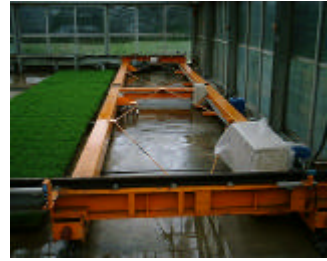
●●● 簡易搬運設施



● ● ● 兼搬運之植床



● ● ● 輸送帶



● ● ● 噴霧裝置



● ● ● 謝謝

再見